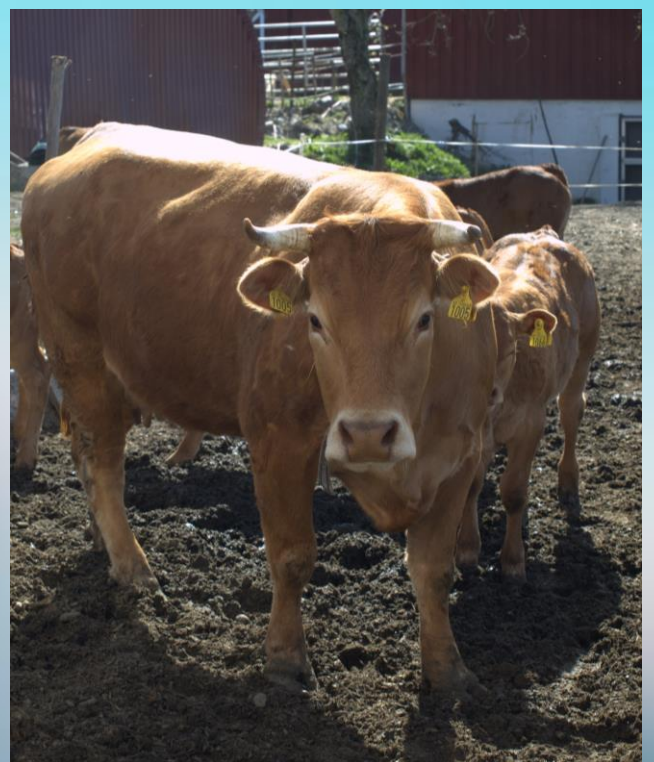


Drivhusfjøs – kompostkvalitet og driftserfaringer

NORSØK RAPPORT | VOL.3 | NR. 11 | 2018



TITTEL

Drivhusfjøs – kompostkvalitet og driftserfaringer

FORFATTER(E)

Susanne Friis Pedersen og Martha Ebbesvik

DATO:	RAPORT NO.		PROSJEKT NO.:	
30.12.2018	3/11/2018	Åpen	Prosjektnr	
			3078.2	
ISBN:		ISSN:	ANTALL SIDER:	NR. AV VEDLEGG:
978-82-8202-076-3			50	3

OPPDRAUGSGIVER:**KONTAKTPERSON:**

Susanne Friis Pedersen eller Martha Ebbesvik

STIKKORD:

Kompost, innovasjon, dyrking

Compost, innovation, cultivation

FAGOMRÅDET:

Jord og planter

Soil and plants

SAMMENDRAG:

Kompostering er en mikrobiell omdanning av ferskt organisk materiale til næringsrik jord og humus. Det fins mange metoder for kompostering. Utgangsmaterialet kan også variere mye. Dette fører til stor variasjon i kompostkvaliteten. Formålet med ferdigkomposten kan også variere og kvalitetskravene skjerpes fra for eksempel til bruk som gjødsel, jordforbedring eller dyrkingsmedium. Kvalitetskravene til kompost som forhandles er inntil videre ikke vedtatt i detalj, men styres av gjødselvarselskriften i Norge. Kvalitetsparametere fra andre land og enkle metoder som kan anvendes i felt kan være nyttige.

Rapporten beskriver en spennende metode for kompostering av talle og dens bruk som dyrkingsmedium til planter i drivhus. Komposteringen skjer direkte i tallen som kyrne oppholder seg på gjennom vinteren. Plantedyrkingen skjer samme plassen om sommeren mens kyrne er ute på beite. Drivhusfjøs slik som dette, er utprøvd i utlandet og dyrevelferden er godt dokumentert. Det er lite erfaring med drivhusfjøs i Norge og generelt lite beskrevet om plantedyrking direkte i denne komposten.

Vi har fulgt et drivhusfjøs i Snåsa med 18 ammekyr og dyrking av ulike planter. Det er tatt prøver av tallen fire ganger. Komposten er analysert for næringsinnhold, pH, tørrstoff, C:N-forhold. Kompostens modenhet er vurdert etter ulike metoder som spiretest med karsefrø, sensorisk bedømming, solding og Solvitametoden®. Registreringer er gjort i 2017 og 2018.

Resultatene viste en relativ høy pH uten at det medførte synlig mangelsymptomer på plantene. C:N- forholdet var bra med tanke på plantedyrking, men ville nok over tid ved rette temperatur bli bedre egnet. Temperaturen i tallen underveis i komposteringen var lavere enn forventet. Sensorisk bedømming, spiretest og Solvita-test indikerte nesten stabil og moden kompost.

De utfordringer som det er med plantedyrking i drivhusfjøsset syns overkommelige. Driften av drivhusfjøsset i praksis er etter brukernes mening ikke mer arbeidskrevende enn vanlige ammekufjøs. Dyrene var friske og trivdes. Plantene som trivdes best i begge vekstsesonger var squash og gresskar. Tomatene trivdes for så vidt også, men rakk ikke å modne. I plantesesongen 2017 var det problem med hærmygg, som vanligvis oppstår i fuktig/vått klima, mens det i plantesesongen 2018 var en grå farge utenpå tallen som vitnet om tørt klima. Spiretestene i 2018 vitnet også om tørre forhold. Dette er mulig å justere med vanning. Det anbefales å ha fokus på utgangsmaterialet for tallen som kan inneholde mere barnåler og kvister for å hindre høy pH, men samtidig må ikke dette forringe C:N-forholdet. Det kan også være aktuelt å tilføre magnesium slik det ble gjort sesongen 2018.

Drivhusfjøsset på gården Gran Nordre i Snåsa er innovativt og kan være et eksempel til etterfølgelse for flere bønder som ønsker å drive med både husdyr- og planteproduksjon i drivhus.

Abstract:

This report describes a new method for composting and its use for cultivation of plants in greenhouse. The composting is performed in a combined stable and greenhouse directly in the mixture of cow manure and wood chips under the cows – a compost barn. This method is known for example in USA, Israel and Netherlands. In Norway a newly constructed compost barn with 18 suckler cows was followed by four visits and tests during 2017 and 2018. The animal welfare was no issue. The focus was on compost quality for growth media and the plant growth performance. During summertime, when cattle was outdoor, tomatoes, peppers and squash were cultivated. Compost was analysed in the beginning and the end of season. Compost maturity was evaluated by different standards and methods like sprout inhibitions, Solvita® method and judgment by human senses.

The results showed a quite high pH-value without any crucial effect on plant nutrient uptake in the plants. C:N was reasonable for plant cultivation but, it could be better just letting the compost mature for some more time. The temperature in the compost during the composting process was lower than expected. The evaluation of compost maturity indicated stabile and mature compost.

The challenges for cultivation directly in the compost seems achievable. During the first season climate in soil seemed too wet and consequently set of a mosquito plague. During the second season climate in soil seemed too dry and consequently attracted mould. The management of cattle this way is by time and efforts comparable to normal ways stated the farmers.

Some suggestions to improve compost quality was done for instance to add more woodchips from conifers to minimize pH, but without increasing the C:N-ratio too much.

Conclusion was that compost barns serving as greenhouses are attractive and could be implemented more in agroecological systems.

LAND: NORGE

FYLKE: MØRE OG ROMSDAL

KOMMUNE: TINGVOLL

STED: TINGVOLL

GODKJENT

Turid Strøm

NAME

PROSEKT LEDER

Martha Ebbesvik

NAME

Innholdsfortegnelse

Forord.....	6
1.1 Innledning	7
1.1.1 Utgangsmateriale for kompost.....	7
1.1.2 Komposteringsprosesser	7
1.1.3 Kompostkvalitet for plantedyrking	8
1.1.4 Drivhusfjøs	9
1.1.5 Formål.....	10
1.1.6 Drivhusfjøset i Snåsa.....	10
2 Materiale og metode	13
3 Resultater	16
4 Diskusjon	27
5 Konklusjon.....	33
6 Referanser	34
7 Vedlegg 1.....	37
8 Vedlegg 2.....	39
9 Vedlegg 3.....	42

Forord

Høsten 2016 ble vi kontaktet av Erik og Cornelia Gran på Gran Nordre i Snåsa. De hadde planer om å bygge et drivhusfjøs. Det finnes ikke beskrivelser eller undersøkelser fra drivhusfjøs i Norge. Derfor var dette et spennende prosjekt som det var verdt å følge.

Denne rapporten har fokus på jord- og plantedel. Derfor har vi valgt å bruke begrepet «drivhusfjøs», fordi vi mener det best beskriver hva rapporten handler om. På engelsk omtales det som «compost barn», men da er det mindre tydelig at bygningen også inneholder dyr. Det blir litt bedre med det tyske ordet «Kompoststall». På dansk har man valgt uttrykket «komposteringsstald» for å trekke frem at det er en pågående komposteringsprosess i fjøset. «Drivhusfjøs» finner vi dekkende siden bygningen skal være fjøs for dyr som går på talle, tallen komposteres i inneføringstiden og bygningen skal være drivhus for planter i beiteperioden.

Kompost og kompostering er på den ene side svært enkelt, men på den andre side veldig komplisert.

Prosjektet er svært innovativt og vi mener det kan være et eksempel til etterfølgelse. Derfor var det viktig å beskrive driftsopplegget og foreta noen enkle tester og analyser for å få litt kunnskap om drivhusfjøset både med tanke på tallekompost og plantedyrking.

Prosjektet er finansiert av Møre og Romsdal fylkeskommune.

NORSØK takker alle som har bidratt i gjennomføringen av prosjektet. En spesiell takk til Møre og Romsdal fylkeskommune for finansiering av prosjektet og til gårdbrukerne Erik og Cornelia Gran som har stilt drivhusfjøset til disposisjon for utprøving og bidratt med god praktisk hjelp i gjennomføring.

Tingvoll, 30. desember 2018

Turid Strøm

Daglig leder NORSØK

1.1 Innledning

Kompost betyr «sammensetning» og kommer av å «komponere». Det er mikrobiell omdanning av ferskt organiske materiale til næringsrik jord og humus (van der Wulff *et.al.*, 2016). Kompostering av organisk materiale har vært kjent mange tusen år og er nevnt i kinesiske kilder som går 5000 år tilbake (Stentiford og Sanchez-Monedero, 2016). Kompostering som metode for å øke jordas fruktbarhet ble i begynnelsen av siste århundre beskrevet av sir Albert Howard som fremhevet viktigheten av fuktighet og luft for en god komposteringsprosess (Stentiford og Sanchez-Monedero, 2016).

Forskningsmessig har interessen for kompostering vært stigende de siste 50 årene. Hovedfokus innen forskning har vært på nitrogenet sitt kretsløp (Stentiford og Sanchez-Monedero, 2016). Det er økende interesse for kompost som oppalsjord eller dyrkingsmedium i takt med utfasing av torv (Måge, 2017; Sundberg og Navia, 2014). I Frankrike, Tyskland og Storbritannia er det stor etterspørsel etter torvfrie dyrkingsmedier, særlig på hobbymarkedet (Ní Chuláin *et.al.*, 2017). Bruken av kompost som jordforbedring i norsk frukt- og bær dyrking er økende og anbefales fordi det øker jordas kvalitet blant annet ved å stimulere flora og fauna i jorda (Hatleli, 2012).

1.1.1 Utgangsmateriale for kompost

Kompostkvaliteten avhenger i høy grad av utgangsmaterialet og hvor lenge komposterings-, modnings- og lagringsfasen har pågått. Organisk materiale til kompostering kan for eksempel være gjødsel, rester og strø fra dyrehold, overskudd og rester fra husholdning, industri, land- og hagebruk. Materiale med tremasse trenger lengst tid for å bli omsatt til kompost. Organisk materiale av tremasse kan oppdeles i cellulose, hemicellulose og lignin. Komposteringstiden øker i denne nevnte rekkefølgen (Vandecasteele *et.al.*, 2016). Dette henger sammen med forholdet mellom karbon (C) og nitrogen (N), C:N. Jo større forskjell, jo lengre komposteringstid. C:N forholdet i flis fra bartre er 500:1, mens det i flis fra løvtre er 300:1 (Pommeresche *et.al.*, 2011). Ofte anbefales tilførsel av tremasse for å stabilisere kompost med høyt vanninnhold for eksempel hvis utgangsmaterialet er husholdningsavfall. Det anbefales at en tredjedel i denne komposten består av treholdig utgangsmateriale.

1.1.2 Komposteringsprosesser

En bra komposteringsprosess kan på kort tid oppnås ved å mikse utgangsmateriale slik at C:N forholdet er rundt 25-30 (Pommeresche *et.al.*, 2011). En modnet hestekompost av strø og gjødsel vil ha et C:N forhold på 10:1 etter fire til 12 måneder (Berland, 2009).

Vanligvis regnes også tilstedeværelse av oksygen (aerob) som en forutsetning for en bra komposteringsprosess. Tilstedeværelse av oksygen fremmes ved å vende komposten og ved å velge et homogent utgangsmateriale med størst mulig overflate. Lommer uten oksygen kan gi utslipp av metan- og lystgass (CH_4 og N_2O). Sagmo som nærmest er pulver og har liten overflate kan pakke seg mer enn treflis som er småbiter av tre. Det vil oftere gi oksygenfrie lommer. Siden 1990 er det

beskrevet mer enn 50 prosedyrer/metoder for kompostering bare i USA (Faverial *et.al.*, 2016). Det er ikke alle som vekt viktigheten av aerobe prosesser. Omdanning av organisk materiale til varige humusaggregater med mye huminsyre foregår under anaerobe forhold og er beskrevet av biologen W. Witte fra Tyskland (anon., 2016). Andre metoder fokuserer på å utvinne varmen fra komposteringsprosessen ved for eksempel oppsetning av «biomile» beskrevet av J. Pain fra Frankrike (anon., 2016).

Komposteringsprosessen består av tre faser:

- 1) Mesofil fase hvor mengden av bakterier og sopp øker mye på kort tid. Sukkerarter og stivelse nedbrytes. Temperaturen er rundt 40 °C.
- 2) Termofil fase hvor mangfoldet av bakterier og sopp minker. Proteiner, fett, hemicellulose og cellulose nedbrytes. Temperaturer mellom 40-65 °C.
- 3) Modningsfase hvor mesofile organismer igjen innfinner seg. Nedbryting av lignin og andre komponenter. Temperatur under 40 °C.

I en moden kompost vil organisk materiale være omdannet og komposten ha en homogen grynstruktur (van der Wurff *et.al.*, 2016).

1.1.3 Kompostkvalitet for plantedyrking

Kvaliteten til kompost blir oftest vurdert i forhold til innholdet av karbon (C), nitrogen (N), fosfor (P) og kalium (K), men det fins ikke eksakte svar på eller enighet om hva god kompostkvalitet er for plantedyrking. Kvalitet kan vurderes på flere måter i forhold til bruksområde.

Europeisk nettverk for kompost har delt inn kvalitetskriterium for god kompost i; 1) jordforbedring, hvor det kreves at minst 15 % er organisk materiale 2) gjødsling, hvor det skal deklarerer innhold av de viktigste plantenæringsstoffene som N, P, K, magnesium (Mg) og svovel (S) og 3) materialets egenskaper med henblikk på plantedyrking (ECN, 2014). Komposten skal ikke inneholde uønskede eller skadelige stoffer og partikler som for eksempel salmonella, tungmetaller og ugressfrø. Det aksepteres maksimum to ugressfrø per liter (ECN, 2014). Spiring av ugressfrø hemmes hvis temperaturen har vært 54-69 °C i tre til fire dager (Janni *et.al.*, 2007), og salmonella hvis temperaturen har vært minimum 55 °C i 15 dager (CCME, 1996)

Avfall Norge har utarbeidet forslag til bransjenorm for kompost som skal supplere gjødselveforskriften, men inntil videre er det dagens gjødselveforskrift som regulerer hva komposten ikke kan inneholde og hvordan kvaliteten kontrolleres (Holen m.fl., 2018).

I forhold til plante helse kan kompost hemme utvikling av plantesjukdom fra jordbårne patogener. Dette forklares ved at når patogenene er mest aktive tidlig i komposteringsprosessen mangler de en plantevert å knytte seg til. Når komposten er moden og nye planter dyrkes har patogenene brukt opp energien sin og klarer ikke å inokulere planteverten. Komposten kan også inneholde organismer som er antagonister (konkurrent/ motstander/rival) til skadegjørende organismer for kulturplanten. Dessuten spiller tilstedeværelse av huminsyre en rolle i å hemme utvikling av noen jordbårne skadesopper. Eksempelvis hemmes *Pythium* ved dyrking av agurk i kompost med granbark. *Fusarium* i

tomat-, melon- og agurkdyrking hemmes av kompostert kugjødsel (Raviv, 2016). Kompost har vist seg som den mest effektive hemmer av plantesykdommer sammenliknet med andre jordforbedringsmidler (Doyle, 2017). I tillegg kan tilførsel av kompost øke det mikrobielle livet i jorden.

Hvis komposten skal brukes som oppalsjord for småplanter eller dyrkingsmedium for pottekulturer spiller kompostens modenhet i tillegg til de førnevnte kvalitetsparametere en større rolle. Hvis ikke komposten er tilstrekkelig moden og stabil kan den inneholde spirehemmende og giftige stoffer for planter, fytotoksiner. Det kan skyldes enten innhold av tungmetaller, salter eller organiske syrer (Picón-Toro *et.al.*, 2012). Organiske syrer kan være sekundære metabolitter, terpener og fenoler, som har sammenheng med treart, alder og årstid for høsting (Owen *et.al.*, 2017). Innholdet av salter og pH varierer også med årstiden og dermed kan næringssaltene være mere eller mindre tilgjengelige for plantene som skal vokse i komposten (Vandecasteele *et.al.*, 2017). Uansett årsaken til at planteveksten hemmes brukes ofte en spiretest av frø med stor og kjapp spireevne til vurdering av kompostens modenhet og stabilitet. En annen metode er å måle utslipp av karbondioksid (CO₂) og ammonium (NH₃) fra komposten (Solvita, 2018).

Ut fra 442 artikler om kompost fra tropisk og temperert klima er det konkludert at best kvalitet av kompost oppnås der det inngår dyregjødsel og industriavfall fremfor husholdningsavfall og avfall fra by (Faverial *et.al.*, 2016).

1.1.4 Drivhusfjøs

En nyere metode for kompostering er å la prosessen foregå i et fjøs – såkalte komposteringsfjøs. Komposteringsfjøs fungerer både som fjøs, komposteringsplass og i beiteperioden som veksthus for dyrking av ulike vekster. Dyrene går på talle og vegger og tak er ofte bygget av materialer som slipper gjennom mye lys. Det finnes ulike varianter der for eksempel tallen etterkomposteres og selges til gartnerier eller som hagejord (Munk Nielsen, 2010).

Komposteringsfjøs er prøvd ut i forskjellige land som Nederland, USA, Israel, Danmark og Finland. Publikasjoner om komposteringsfjøs omhandler mest dyrevelferden hos kyrne (Lindgaard Gerstrøm, 2014; Klaas, 2014). I prosjekter fra Minnesota og Kentucky har også komposteringsprosessen og kvaliteten blitt undersøkt. I Minnesota ble seks komposteringsfjøs fulgt i ett år med fire besøk og registreringer i hvert anlegg (januar til november). Parameterne som ble målt var: Lys, C:N-forhold, temperatur, tørrstoff, total C, total N, ledningsevne og bakterieinnhold i overflatematerialet (*Bacillus*, stafylokokker, coli, streptokokker). Prøveuttak var fra to dybder i tallen (15 og 30 cm). Strømateriale var flis, sagmo, halm fra lin, soyabønner, havre og hvete. Konklusjonen var at alle strømaterialer var brukbare hvis det ble harvet to ganger hver dag, og at det ble tilført nytt strø når kyrne var synlig skitne (Shane *et. al.*, 2010). Harvingen av overflaten gjør det mere komfortabelt og renslig for dyrene og tilfører oksygen til komposteringsprosessen.

I komposteringsfjøsset i Kentucky der det ble harvet to ganger daglig viste resultatene at når temperaturen i 15-31 cm dypde i tallen økte fra 43,3 til 65 °C ble innholdet av stafylokokker og streptokokker redusert, mens mengden *E. colibakterier* økte (Eckelkamp, *et.al.*, 2016). Økt fuktighet i

komposten ga også økt forekomst av coliforme bakterier. For å minske forekomsten anbefales en relativ fuktighet på 50-60 % (Eckelkamp *et.al.*, 2016).

En annen undersøkelse fra Midtvesten i USA viste at kompostfjøset som hadde færrest kvm per ku var det lav forekomst av hydrogensulfid i luften sammenliknet med to andre fjøs som var naturlig ventilert eller kryss-ventilert (Lobeck *et.al.*, 2012). Areal per ku varierte fra 5,2 (Lobeck *et.al.*, 2012) til 12 m² (Nissen, 2011) i ulike komposteringsfjøs.

For mye varme og fuktighet til sammen kan medføre at kyrne spiser for lite og produserer for lite melk (Shane *et.al.*, 2010). En undersøkelse fra Finland konkluderer med at optimal temperatur i tallen er 40-45 °C for kyrne. Ved høyere temperaturer enn dette vil det være fare for ammoniakkfordamping. Det er normalt i starten av komposteringsprosessen at det er en bratt stigning i talletemperaturen etter to uker og i noen tilfeller allerede etter en uke. Den finske undersøkelsen omhandler uisolerte fjøs der gjennomsnittlig utetemperatur var 10 °C. Endres lufttemperaturen ute en grad endres temperaturen i tallen 0,26 °C. I vinterhalvåret anbefales det å øke tykkelsen på tallen for å kompensere for kuldegrader, men det anbefales ikke større forskjell i lufttemperatur inne enn to grader høyere enn ute. Studiet anbefaler dessuten tilførsel av nytt materiale hver dag for å holde i gang komposteringsprosessen, maksimalt kan det være pause på fem dager uten tilførsel av nytt materiale. Det ble konkludert at komposteringsraten av flis var lav i forhold til andre utgangsmaterialer. Flisen var omdannet 24 % etter 20 uker (Kapuinen, 2001).

Trearters egnethet som strø og kompostmateriale er undersøkt og sammenliknet. Ut av 28 arter ble flis av furu funnet best egnet som underlag for kyr. Størrelse på flisen har betydning for dyrevelferden og for komposteringsprosessen. Små partikler kan gi mer støv i fjøset, men store partikler kan skade dyrenes jur. Større partikler med større overflate gir bedre aerob kompostering (Janni *et.al.*, 2007). Under danske forhold har bruk av flis fra poppel vært gunstig, hvis partikkelstørrelsen var maksimalt 2,5 centimeter og tørrstoffprosenten fra starten var minst 75 % (Lindgaard Gerstrøm, 2014).

1.1.5 Formål

I Snåsa er det bygget et drivhusfjøs for ammekyr. I denne rapporten beskriver vi hvordan fjøset drives i praksis både når det gjelder dyrehold, flistalle, drivhus og plantedyrking. Videre dokumenteres tallens næringsinnhold og kvalitet, og det blir gjort en vurdering av kompostens egnethet som dyrkingsmedium. Kanskje kombinasjonen av fjøs, talle, drivhus og drivhusvekster kan bli mer vanlig i Norge og være aktuelt for flere?

1.1.6 Drivhusfjøset i Snåsa

Drivhusfjøset er bygd av Erik og Cornelia Gran på gården Gran Nordre i Snåsa, Nord-Trøndelag. Gården har 18 ammekyr av rasen Limousine og dessuten flere sauer. Det hører også skog med til gården og paret driver med bondegårdsferie. Visjonen er å skape synergi mellom de forskjellige

elementene i gårdsdriften. Før Erik og Cornelia bygde drivhusfjøsset var de på studieturer i Nederland, Tyskland og Østerrike, der de besøkte rådgivingstjenester og fjøs. De visste bare om ett liknende fjøs i Norge som ligger ved Kongsberg.

Drivhusfjøsset ble bygd høst og vinter 2016/17, og ble tatt i bruk i midten av januar 2017. Vegger og tak består av perforerte plastplater som er UV-behandlet og slipper gjennom 60 % lys. I mønet er det ventilasjonsspalte. Fjøsarealet er 150 m². Foringen foregår ute under tak.

I starten ble det lagt inn 50-60 cm grovflis, ca. 80 kubikkmeter, 2-3 uker før dyrene ble satt inn. Grovflisens største partikler var 5-7 x 1-4 cm. Grovflisen var frossen og iset når dyrene skulle settes inn, derfor ble det også lagt inn og freset inn i flislaget 20 cm godt omsatt sauetalle. Dermed ble komposteringsprosess og varmeutvikling initiert. Deretter ble det lagt inn tørr høvelspon i 5-10 cm sjikt hver uke, i alt 30-40 m³. Tallen ble frest to ganger hver dag mens dyrene var opptatte med å ete på fôrringsplassen utenfor, se bilde 1. Fra midten av april ble det så mye varmeutvikling at det dampet etter hver fresing. Dybden på fresetennene var 25-30 cm, se bilde 2. Fresingen flyttet flisen lengre innover på arealet og dyrene trakk noe utover ved inngangen slik at det oppsto en høydeforskjell. Dessuten medførte noen kalde regnværsdager fra 1. til 12. april at dyrene oppholdt seg mere inne enn vanlig, og det ble mere bløtt og fuktig ved inngangen.

Grovflisen var dels fra egen skog med gran, rogn, selje, hegg og or der topp, blad/nål og kvist inngår; dels av bartrær fra laftefabrikk i nærheten av gården.



Bilde 1: Kyrne fôres ute.



Bilde 2: Jordfreser med tanndybde 25-30 cm.

Begge foto: Susanne Friis Pedersen.

Det var 16 ammekyr ved innflytting i fjøsset i januar 2017. Fire av kyrne kalvet i løpet av vinteren og våren slik at det 20. mai 2017 ved beiteslipp var 20 dyr i fjøsset. Tilsvarende i 2018 ble det født kalver utover våren og sommeren. I gjennomsnitt for innefôringstiden regnes 18 dyr både i 2017 og 2018.

Etter at dyrene kom ut på beite ble drivhusfjøsset brukt som drivhus for ulike plantevekster. Fortrinnsvis var det småplanter som ble plantet ut, men noe ble også sådd direkte i tallen. I 2017 ble det plantet ut squash, tomat, mais, solsikke og bønner. Det ble satt setteløk. Persille, mizuna, mangold, ringblomst, tagetes, issalat, eikebladsalat, rukola og reddik ble sådd direkte.

I midten av juli måned (2017) ble det hengt opp plastgardiner i hver ende av drivhusfjølset. Det viste seg at det var for kaldt til å få god vekst på plantene som ble plantet ut. Løkene var heller ikke kommet skikkelig i vekst. Det ble i tillegg ettersådd flere vekster. Eikebladsalaten klarte seg fint. Noen reddiker klarte seg også fint, mens andre gikk i stakk. Persille som vanligvis klarer seg bra ved lav temperatur, men vokser sakte, ble sådd i juli og var puslete i september. Mesteparten av tomatene var fine men ikke modne ved besøket i september. Noen tomatplanter hadde symptomer på jern- og fosformangel.

I vekstperioden 2017 kom det mye hærmygg. Derfor ble det satt opp limfeller, bilde 3. Andre insektproblemer har det ikke vært.



Bilde 3: Limfeller mot hærmygg satt opp i 2017. Foto: Susanne Friis Pedersen.

Det ble ikke tilført gjødsel i vekstperioden.

Tallen i sesongen 2018 var bygd opp på samme måte som året før, men uten sauetalle. Ettersom fjølset ble tatt i bruk i oktober istedenfor i januar var komposteringstiden tre måneder lengre enn i 2017.

I sesongen 2018 ble det dyrket squash, gresskar, tomater og litt paprika. Alle plantene var oppalt i ferdigkjøpt plantejord og plantet ut i drivhuset i fem rader med passe avstand for kulturen på hver side av en midtgang. Plantene ble plantet i midten av mai måned.

Det ble i perioden 15. juli til 10. august (2018) tilført ca. tre kilo magnesiumsulfat (bittersalt) fortrinnsvis for å senke pH-verdien. Dette ble i to omganger vatnet utover bladverk og kompost. Tomatene hadde ikke symptomer på magnesiummangel i september.

Det var ikke problemer med ugress hverken i 2017 eller 2018.

2 Materiale og metode

Kombinasjonen drivhus og fjøs er ganske unik og vi har derfor ønsket å følge og beskrive praksis så nøyte som mulig. Det er gjort med besøk og prøvetaking i starten og slutten av plantesesongen 2017 og 2018.

Komposteringen av tallen skjer direkte i fjøset og komposteringsperioden i 2017 var fra 17. januar til 16. september. Prøveuttakene av talle ble gjort 21. mai (etter 12 uker) og 16. september (etter 28 uker). Ettersom fjøset sto ferdig startet inneforingsperioden og dermed kompostering tidligere for sesongen 2018 enn 2017. Prøveuttak av talle i 2018 ble gjort 26. mai (etter 33 uker) og 22. september (etter 50 uker).

Prøveuttak fra talle

Vi tok prøver fra to dybder:

Talle fra 0-15 cm dybde

Talle fra 15-30 cm dybde

Prøveuttakene var fra fremste, midterste og bakerste del av drivhusfjøset og hver på 8-10 liter. Det ble tatt 10-15 stikk fra hver del som ble samlet og blandet godt i en bøtte. I 2017 ble det ikke tatt prøver av den første fjerdepart av fjøset på grunn av høydeforskjellen beskrevet tidligere, bilde 4.

Prøvene ble i 2017 tatt ut med spade og spadeskje, bilde 5. I 2018 ble alle prøver tatt ut med Edelman Augers® prøvetaker. Tallen har ved alle prøveuttak fremstått som homogen i de sjikt den er tatt ut fra. Det ble ikke funnet noen meitemark i tallen ved noen prøveuttak. Prøvene ble oppbevart i kjølerom etter uttak.



Bilde 4: Tallen i drivhusfjøset ujevnt fordelt i 2017. **Bilde 5:** Prøveuttak i to dybder i 2017.

Begge foto: Susanne Friis Pedersen.

Det ble gjennomført en sensorisk bedømming og vurdering av omdanningsgraden på alle prøvene.

Det ble tatt ut prøver fra samleprøvene for å sende til analyse, for å måle tørrstoff og for å kunne gjennomføre spiretester.

I 2018 ble prøvene analysert for næringsstoffinnhold, pH og C:N-forhold hos Eurofins. I 2018 ble også Solvita-metoden® for bedømming av modenhet anvendt.

Temperatur

I 2017 ble temperaturen målt i luften og i de to dybder på prøvetakingsstedene de dagene prøvene ble tatt ut.

I 2018 ble det plassert temperaturmålere under det sjiktet, hvor tallen ble frest. Temperaturmålerne ble lagt ned i tallen fem steder, en i sentrum og fire nær hvert hjørne. Logging av temperatur skulle foregå hver time fra 1.november 2017 til 26.mai 2018. Men en av loggeren virket ikke og de tre andre avsluttet på litt ulike tidspunkt.

Sensorisk bedømming

Sensorisk bedømming er en enkel metode for å vurdere kvalitet. Det inngår ingen andre instrumenter enn våre egne sanser og det gjør vurderingen egnet til bruk i felt og anbefales i praktisk bruk (van der Wurff *et.al.*, 2016). Prøvene ble bedømt visuelt (syn) for struktur, tekstur og farge; taktilt (berøring) ved knyttneveprøve og olfaktorisk (lukt) for gjenkjennelse av lukt. Knyttneveprøven består i å klemme en neve kompost for å føle vanninnhold: Er den for våt drypper vann ut; er det passe vanninnhold formes en kule; er det for tørt smuldrer kulen. For mye fuktighet vil også påvirke lukten slik at det lukter råtne egg. For lite fuktighet kan påvirke fargen ved å gi en grå tone.

Vurdering av omdanningsgraden

Fraksjon av en liter kompost som ikke passerte en sold med 0,8 x 0,8 cm netting målt opp og det ble beregnet prosentvis hvor mye som passerte i forhold til den opprinnelige literen. Det som passerer nettingen regnes for å være omdannet.

Næringsstoff

Prøvene fra 2018 ble analysert for innhold av nitrogen, fosfor, kalium, magnesium og kalsium hos Eurofins i Moss. pH ble også analysert. Eurofins oppga en måleusikkerhet på pluss/minus 2-6 % for næringsstoffene, 10 % for densitet (mai 2018) og 20 % for tørrstoffinnhold (mai 2018). Eurofins anvendte Norsk og Europeisk Standard.

Tørrstoff

Fra hver prøve bestemte vi tørrstoff av prøver på ca. 200 gram. Prøvene ble tørket i ovn ved 105°C i 48 timer og ble veiet før og etter tørking. Tørrstoffmåling inngikk også i prøvepakke fra Eurofins og ble brukt som en kontroll av egne målinger. Analysene hos Eurofins ble tørket etter Norsk og Europeisk Standard.

Spiretest

Spiretest med karse, *Lepidum sativum*, som har god spireevne er en ofte anvendt metode for å vurdere innhold av phytotoksiner og dermed også kompostens modenhet. Denne vurderingsmetoden er også anerkjent i Norge og oftest anvendt (Røthe, 2007). Det kreves at 90 % av karsefrøene spirer for å kunne konkludere med at komposten er god (CCME, 1996). Frøene som ble brukt hadde ifølge påskrift på frøposen en spireprosent på 90 %.

Talle fra hver prøve ble fylt i to jordbærkurver opptil en cm fra toppen. Det vil si at det var seks gjentak. Dersom det var tørre prøver, tilførtes nok vann til at karse kunne spire.

50 karsefrø (0,11 g) ble fordelt oppå hver kompostprøve. Det forventes at 45 av frøene spirer. Kurvene ble dekket med plast og satt i et oppalsrom. Temperaturen i rommet ble målt.

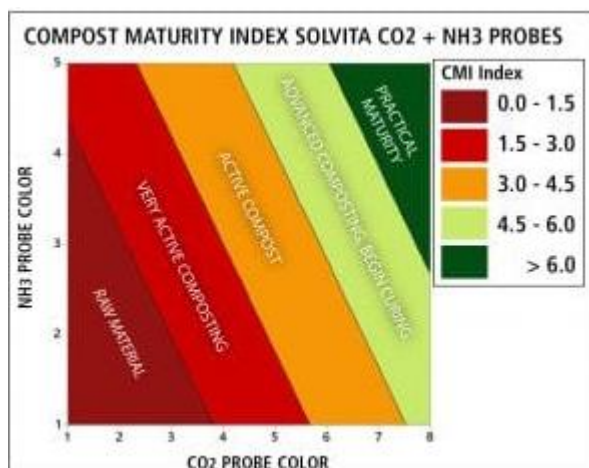
Antall spirte frø ble telt opp etter 2, 4, 7 og 14 dager. Det ble tatt bilder og gjort visuell bedømming av karsevekst. For å konkludere at komposten var moden og uten phytotoksiner måtte resultatet da være at 90 % av 45 frø det vil si minst 41 frø hadde spirt og utviklet seg frem til karseplanter den 14. dag.

Solvita-metoden®

Solvita-metoden® fra USA er en annen metode for vurdering av kompostens modenhet. Den måler utslipp av karbondioksid, CO₂, og ammonium, NH₃ (Solvita, 2018). Metoden er vitenskapelig anerkjent og har vunnet innpass i kompostbransjen, men er lite utbredt i norsk landbruk (Brinton 2000; Blytt og Åkesson, 2016).

Prøvene til Solvita-testen var ca. 50 gram talle tatt ut av resterende samleprøve fra de to dybdene og fylt oppi beholdere. Før testen utførtes, ble komposten forberedt til passe nivå av fuktighet som nevnt ved knyttneveprøven, passe homogenitet uten store komponenter og passe temperert inne (18-22°C).

To sonder med fargekort ble satt i komposten og beholderen lukket. Etter fire timer ble fargekortene avlest og sammenlignet med et standard fargekart. Fargekartene er skalert slik at de indikerer graden av stabilitet. Jo større stabilitet jo bedre modenhet. Se figur 1.



Figur 1. Solvita-metodens modenhetsindeks for kompost i forhold til NH₃ og CO₂ måling. Solvita®

3 Resultater

Resultatene som presenteres her er fra analyser, egne målinger og tester. Analyserapportene finnes i vedlegg 1.

Næringsstoff og pH

Analysen fra mai 2018 viste at pH var 8,8. C:N forholdet 28, tørrstoffprosenten 41 % og total nitrogen 1,37 g/100 g TS som tilsvarer 5,6 g total N/kg talle. **Innholdet av fosfor var 160 mg/100 g (P-AL) og kalium 890 mg/100 g talle (K-AL). Dette tilsvarer henholdsvis 3,84 kg P/tonn TS og 21,7 kg K/tonn TS.**

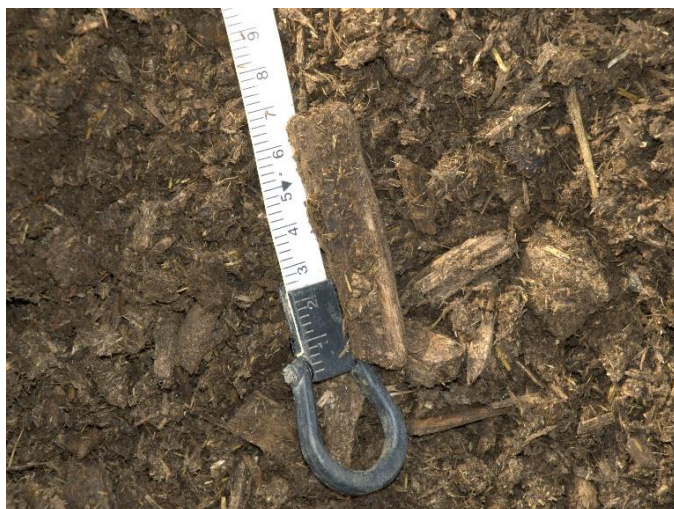
Analysene fra september 2018 viste at pH var 8,6. C:N forholdet var 19, tørrstoffprosenten 30,8 % og total nitrogen 1,28 g/100 g TS som tilsvarer 3,9 g total-N/kg talle i det øverste sjiktet fra 0-15 cm. I det dypeste sjiktet fra 15-30 cm var pH 8,6. C:N forholdet var 22 og total nitrogen 1,18 g/100 g TS som tilsvarer 3,7 g total-N/kg talle. Innholdet av fosfor og kalium i tallen var 1,1 kg P/tonn TS og 9,75 kg K/tonn TS. Tabell 1 viser innhold av plantenæringsstoffer.

Tabell 1: Innhold av plantenæringsstoffene total-nitrogen, fosfor, kalium, magnesium og kalsium i g per kg talle og per liter talle. Analysene er utført av Eurofins fra prøvene i 2018.

	<u>Mai 2018</u>		<u>Sept. 2018 (snitt av to dybder)</u>	
	<u>g/kg talle</u>	<u>g/liter talle</u>	<u>g/kg talle</u>	<u>g/liter talle</u>
Total-nitrogen	5,6	2,60	3,80	2,30
Fosfor, P-AL	1,6	0,74	0,33	0,20
Kalium, K-AL	8,9	4,14	0,30	0,18
Magnesium, Mg-AL	0,7	0,33	0,03	0,02
Kalsium, Ca-AL	5,8	2,70	0,17	0,10

Sensorisk bedømming

I september 2017 var det tydelige flisbiter, men høvelspon tilført i sesongen var ikke lengre sporbar, bilde 6 og 7. I september 2018 var det mindre flisbiter både i størrelse og andel. Tallen hadde ved alle prøveuttak en homogen sammensetning.



Bilde 6: Flisbiter fra 2017 som enda ikke er omsatt. **Bilde 7:** Høvelspon som ble tilsatt i 2017. Begge foto: Susanne Friis Pedersen.

Det var ingen meitemark i komposten fra fjøset, men i sauetalle-resten som ble tilført i 2017 var det mange.

Komposten var mer kompakt og tett pakket i 15-30 cm dybde enn i 0-15 cm. Det ble vurdert som en komfort for kyrne at de ikke tråkket dypt ned i tallen. Likeens er tørr overflate mest komfortabel for kyrne. Kyrne var reine og det var ikke problemer med jurbetennelse hos noen av kyrne i 2017 eller 2018. En kalv slet med leddbetennelse i 2017, men det kan trolig ikke relateres til flisunderlaget.

Fargen på komposten var i de fleste bedømminger lysere i dybden enn i overflaten, men i mai 2018 var de like lyse. I september 2018 var det på prøver fra overflaten en grå fargetone utenpå grunnfargen, hvilket vitner om at komposten var tørr. Se bilde 8.



Bilde 8: I september 2018 var det en grå tone utenpå grunnfargen på prøver fra overflaten. Foto: Susanne Friis Pedersen.

Ved knyttneveprøve fikk vi ikke ut vann fra noen av prøvene i 2017 eller 2018 hverken i mai eller i september. Tallen virket fuktigere i dybden enn i overflaten.

Generelt for alle talleprøvene var det ingen eller ganske svak lukt. Den yngste talleprøven i mai 2017 luktet litt kumøkk.

Tabell 2 viser visuell (med syn), taktil (med følesans) og olfaktorisk (med luktesans) vurdering av tre talleprøver fra to dybder i fjøset. Vurderingen er gjentatt på samme måten fire ganger i alt på talle fra sesongen 2017 og 2018.

Tabell 2: Sensorisk bedømming av tre talleprøver fra to dybder i fjøset fra sesongen 2017 og 2018.

Ledd	Farge		Fukt		Lukt	
	Mai	Sept.	Mai	Sept.	Mai	Sept.
2017						
0-15 cm dybde	MB	MB	T	T	Ingen	Ingen
0-15 cm dybde	MB	MB	T	T	Kumøkk	Ingen
0-15 cm dybde	MB	B	T	T	Jord	Ingen
15-30 cm dybde	B	MB	F	T	Ved, Svak jord	Ingen
15-30 cm dybde	B	MB	F	T	Kumøkk	Ingen
15-30 cm dybde	B	MB	T	T	Jord	Ingen
2018						
0-15 cm dybde	B	MB	T	T	Ingen	Kjeller
0-15 cm dybde	B	MB (grå)	T	F	Kjeller	Kjeller
0-15 cm dybde	B	MB (grå)	T	T	Ingen	Jord
15-30 cm dybde	B	MB (grå)	F	F	Ingen	Kjeller
15-30 cm dybde	MB	B	F	F	Ingen	Kjeller
15-30 cm dybde	B	B	T	T	Ingen	Jord

B= brun, MB= mørkebrun, T= tørr, F=fuktig

Temperatur

I 2017 ble temperaturen målt på prøvestedene ved prøveuttak i mai: I 15 cm dybde var den i gjennomsnitt 20⁰ C og i 30 cm dybde 28⁰ C. Lufttemperaturen var 19⁰ C.

Logger (nr. 4) som ble lagt ned i tallen i det sørvestlige hjørnet i oktober 2017 virket ikke. Loggeren i det nordøstlige hjørnet (nr. 2) fungerte ikke rett ved tre målinger den 11. mai 2018, hvor den målte

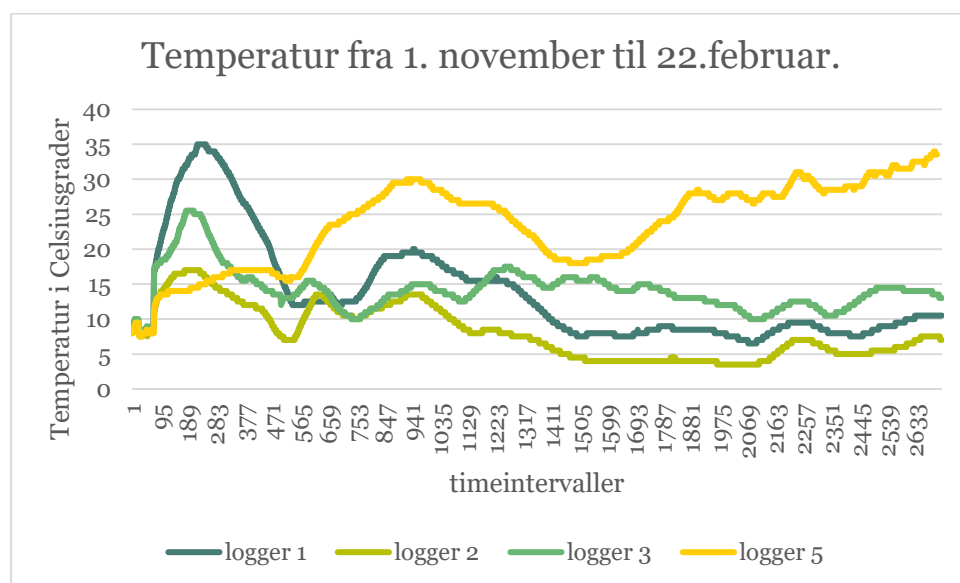
minus 40 og pluss 87,5. De fire loggerne sluttet å virke på litt ulike tidspunkt med tre måneders mellomrom. Utskrift fra loggerne finnes i vedlegg 2. Figurene i vedlegget har også med fuktighet.

Temperaturen var mellom 3 og 35°C med gjennomsnitt fra 10,8 til 23,6 °C, Loggeren i det sørøstlige hjørnet (nr. 5) hadde den høyeste gjennomsnittstemperatur. Se tabell 3 og figur 2.

Tabell 3: Minimum, maksimum og gjennomsnittlige temperaturmålinger (°C) i tallen på Gran Nordre fra november 2017 til våren 2018. Målingene har sluttet på ulike tidspunkter.

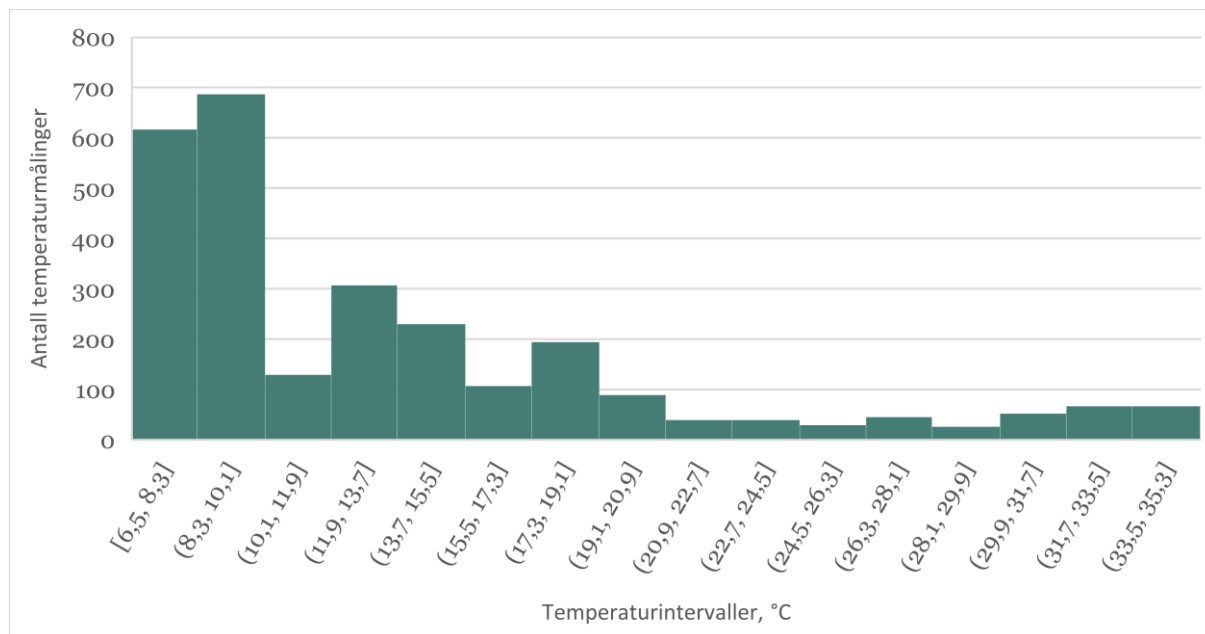
Logger nr. Alle startet 1.11.	Min. temperatur, °C	Maks. temperatur, °C	Gjennomsnitt temperatur, °C	Sluttidspunkt, dato
Logger 1	4,5	35	12,3	19.4.
Logger 2 (korrigert for feil)	3	35	-	26.5.
Logger 3	6	33,5	14,4	16.5.
Logger 5	7,5	34	23,6	22.2.

For å sammenlikne temperaturene er målingene korrigert for ulike sluttidspunkter til å slutte 22. februar. Resultatet vises i diagrammet i figur 2.



Figur 2: Temperaturmålingene 1. november 2017 til 22. februar 2018 målt med timesintervall i fire ulikt plasserte temperaturloggere i tallen i drivhusfjøset under sjiktet hvor det freses.

For å finne frem til gjennomsnittlig temperatur er målingene gruppert fra minimum til maksimum i figur 3. Temperaturene har vært fra 6,5 til 10,1 °C i 1304 av 2724 målinger som tilsvarer 48 % av målingene. I de resterende målingene har temperaturen vært høyere enn 10,1 °C. Ved 186 målinger var temperaturen over 29,9 °C.



Figur 3: Antall temperaturmålinger i ulike temperaturintervaller (°C) fra fire loggere under fresedypet i tallen fra 1. november 2017 til 22. februar 2018.

Vurdering av omdanningsgraden

Bedømmingen av omdanningsgraden er vist i tabell 4. Det ble vurdert talle fra to dybder, bilde 9.

Tabell 4: Fraksjon av to liter talle som passerer soldet med 0,8 x 0,8 cm netting etter ulike lengder på komposteringsperioden.

2017	Omdannet fraksjon i liter		Omdannet fraksjon i %		Middelverdi omdannet fraksjon for hver dybde i %	
	Mai (12 uker)	September (28 uker)	Mai (12 uker)	September (28 uker)	Mai (12 uker)	September (28 uker)
Kontroll*	0,7		35			
Talle fra 0-15 cm dybde (1)	1	1,7	50	85	50	87
Talle fra 0-15 cm dybde (2)	1,3	1,8	65	90		
Talle fra 0- 15 cm dybde (3)	1,4	1,7	70	85		
Talle fra 15-30 cm dybde (1)	1,3	1,7	65	85	70	85
Talle fra 15-30 cm dybde (2)	1,4	1,9	70	95		
Talle fra 15-30 cm dybde (3)	1,5	1,6	75	80		
2018	Omdannet fraksjon i liter		Omdannet fraksjon i %		Middelverdi omdannet fraksjon for hver dybde i %	
Prøvenr.	Mai (34 uker)	September (51 uker)	Mai (34 uker)	September (51 uker)	Mai (34 uker)	September (51 uker)
Talle fra 0-15 cm dybde (1)	1,7	1,8	85	90	87	93
Talle fra 0-15 cm dybde (2)	1,8	1,9	90	95		
Talle fra 0-15 cm dybde (3)	1,7	1,9	85	93		
Talle fra 15-30 cm dybde (1)	1,7	1,8	85	90	87	91
Talle fra 15-30 cm dybde (2)	1,9	1,9	95	93		
Talle fra 15-30 cm dybde (3)	1,6	1,8	80	90		

*) Grovflis av gran fra start

Tallens omdanning var 50 % ned til 15 cm dybde og den prosentvise andelen økte mest i denne dybden (fra 50 til 87 %) etter 12 uker i sesongen 2017. Omdanningen var i mai og september høyest i 15-30 cm dyp.

Tallen fra sesongen 2018 hadde en lengre komposteringstid og var mye mer omsatt i mai, og det var liten forskjell i resultatene fra mai (87 %) til september (91-93%) i 2018. Det gjaldt i begge dybder. En av prøvene tatt i 30 cm dybde fra mai 2018 var lite homogen, men de to andre var homogene.



Bilde 9: Prøveuttaking av talle fra to dybder som ble vurdert. Foto: Susanne Friis Pedersen.

Tørrstoff

Alle prøvene veide 200 g når de ble satt inn i tørkeskapet. Resultatene fremgår av tabell 5.

Tabell 5: Tørrstoffprosent etter at prøvene er tørket i tørkeskap ved 105⁰ C i 48 timer. Resultater fra prøveuttak i mai og september 2017 og 2018.

2017	Prøvenr.	Tørrstoff, %		Tørrstoff, middelerdi, %	
		Mai	Sept.	Mai	Sept.
0-15 cm dybde	15.1.1.	45	55	48	50
	15.1.2.	44	56		
	15.2.1.	48	48		
	15.2.2.	49	50		
	15.3.1.	51	45		
	15.3.2.	51	45		
15-30 cm dybde	30.1.1.	45	52	46	48
	30.1.2.	45	55		
	30.2.1.	48	46		
	30.2.2.	48	47		
	30.3.1.	46	43		
	30.3.2.	45	43		
2018	Prøvenr.	Tørrstoff, %		Tørrstoff, middelerdi, %	
		Mai	Sept.	Mai	Sept.
0-15 cm dybde	15.1.1.	47	38,5	45	40
	15.1.2.	47	41	Mai	Sept.
0-15 cm dybde	15.2.1.	39	36	45	40
15-30 cm dybde	15.2.2.	39	35		
	15.3.1.	49	46		
	15.3.2.	47	45		
	30.1.1.	39	40		
	30.1.2.	38	40	37	40
15-30 cm dybde	30.2.1.	33	37,5	37	40
	30.2.2.	33	37,5		
	30.3.1.	42	43,5		
	30.3.2.	39	43,5		

I 2017 var middel tørrstoffprosent ganske lik både i mai og september og i begge dyp.

Tørrstoffprosenten som Eurofins målte i prøvene fra mai 2018 var i gjennomsnitt 41 % i begge sjikt. Dette er om lag på samme nivå som våre målinger. Tørrstoffprosenten i de to dybdene varierte mer i mai 2018 enn på de andre tidspunktene.

Tørrstoffprosenten som Eurofins målte i september 2018 var 30,3 % i sjiktet 0-15 cm og 30,8 % i sjiktet 15-30 cm. Det var ca. 10 % lavere enn våre målinger. Tørrstoffprosenten i tallen fra september 2018 var lavest av alle og det stemmer med sensorisk bedømming.

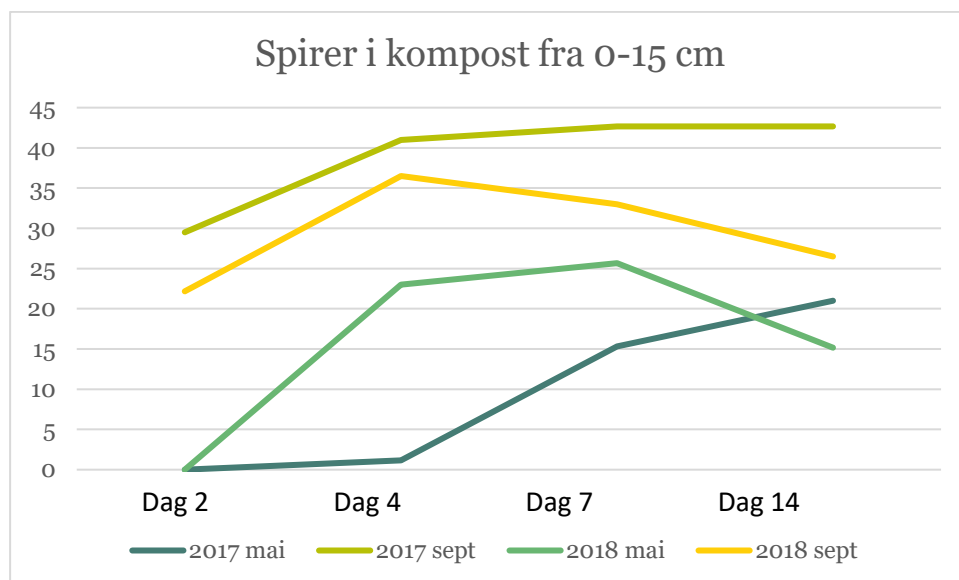
Spiretest

Spireprosenten av karsefrø sådd i talle fra 0-15 cm dybde og 15-30 cm dybde er regnet ut som middelerdi av seks gjentak for hver dybde. Spireprosenten varierte fra 19 til 98 %. Dette fremgår av tabell 6.

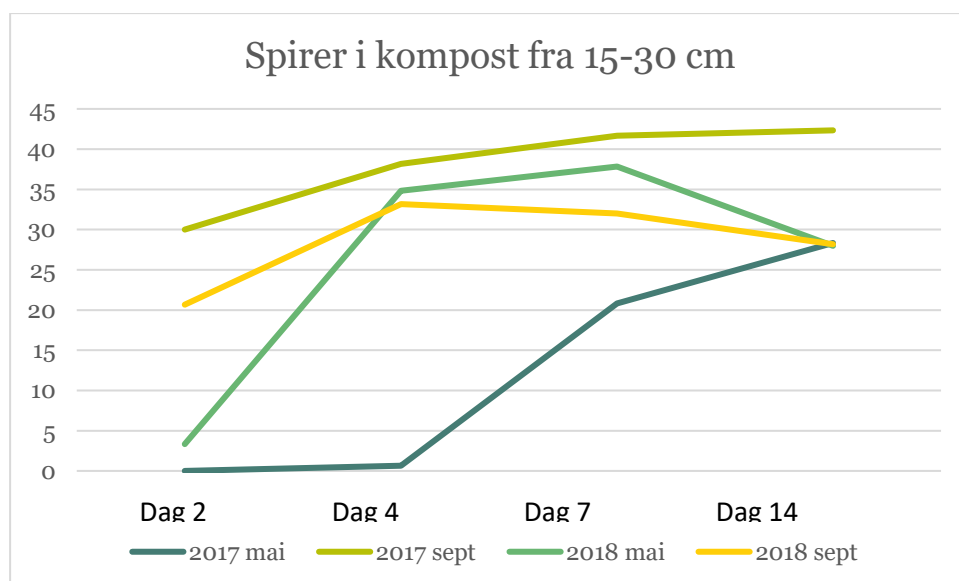
Tabell 6. Prosentvis spirte karsefrø 2, 4, 7 og 14 dager etter såing. Vekstmedium var talle fra to dybder, 0-15 cm og 15-30 cm. Middelerdien er beregnet av seks gjentak.

	Middelerdi, %		Høyeste verdi, %	
	Mai	Sept.	Mai	Sept.
2017 mai 0-15 cm	19		56	
2017 mai 15-30 cm	25		74	
2017 september 0-15 cm		78		88
2017 september 15-30 cm		76		98
2018 mai 0-15 cm	15		84	
2018 mai 15-30 cm	28		94	
2018 september 0-15 cm		44		88
2018 september 15-30 cm		29		82

Antall spirte frø av 50 sådde ble talt opp på 2., 4., 7. og 14. dag etter såing. Middelerdien for seks gjentak ble beregnet og resultatene for såing i talle fra to dybder er vist i figur 4 og 5. Resultater over 41 spirte frø indikerer at kompostkvaliteten er god og uten spirehemming.



Figur 4: Antall karsespirer i talle fra 0-15 cm dybde dag 2, 4, 7 og 14 etter såing. Gjennomsnitt av seks gjentak.



Figur 5: Antall karsespirer i kompostert talle fra 15-30 cm dybde dag 2, 4, 7 og 14 etter såing. Gjennomsnitt av seks gjentak.

Spireprosenten var best i prøvene fra september 2017 i begge dybdene. Spiring for frø sådd i mai 2017 avviker fra de andre. Det kan skyldes temperaturforhold i oppalsrommet som var svingende. Temperaturmålingene framgår av tabell 7.

Tabell 7. Gjennomsnittlig lufttemperatur, °C, i vekstområdet der karsen sto til spiring dag 2, 4, 7 og 14 etter såing i 2017 og 2018.

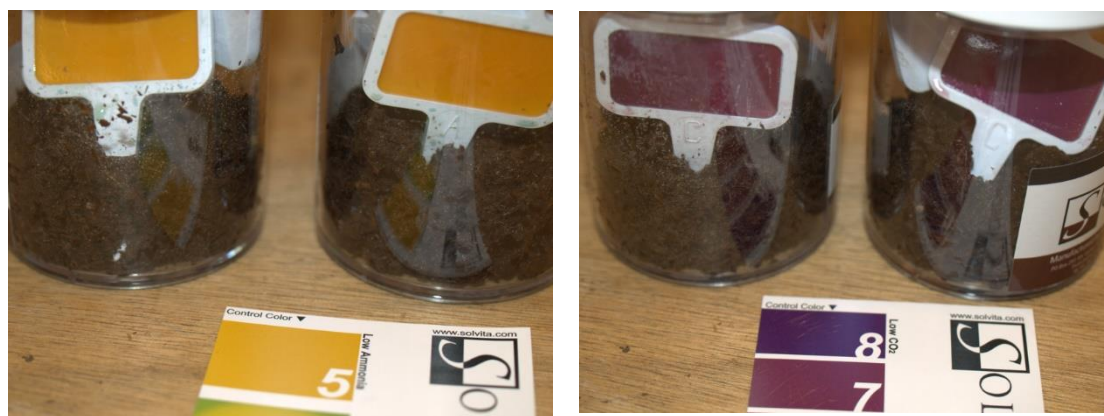
2017							
Dag 2		Dag 4		Dag 7		Dag 14	
Mai	Sept.	Mai	Sept.	Mai	Sept.	Mai	Sept.
17	19	16	20	16	21	17	21
2018							
Dag 2		Dag 4		Dag 7		Dag 14	
Mai	Sept.	Mai	Sept.	Mai	Sept.	Mai	Sept.
19	20	23	20	21	20	22	20

Lufttemperaturen varierte med 10 °C for spiretestene i mai (10 - 25 °C) og september (15 - 25 °C) 2017 og i mai 2018 (14-24 °C). I september 2018 var den stabil mellom 19 til 21 °C.

Bilder fra spiretestene med karse finns i vedlegg 3.

Solvita-metoden®

Resultatet av Solvita-testen av tallen ble i mai og september 2018 lik for begge dybder. Det var lave utslipp av NH₃ og CO₂, se bilde 10 og 11.



Bilde 10 og 11: Lavt NH₃ utslipp på bildet til venstre og lavt CO₂ utslipp på bildet til høyre. Begge foto: Susanne Friis Pedersen.

Modenhetsindeksen blir tolket slik: NH₃ på laveste skala (5) og CO₂ nest laveste skala (7) gir en indeks for modenhet over 6 for både NH₃ og CO₂. Resultatet tolket ved hjelp av Solvita-metoden forteller dermed at tallen var omdannet til en moden kompost som var ferdig kompostert, lite aktiv, hygienisert og hadde få begrensninger for bruk. Indekseringen er illustrert i figur 1.

4 Diskusjon

Resultatene fra analysene i 2018 viste at pH i komposten var høy. Høy pH kan forskyve balansen av tilgjengelig plantenæringsstoffer slik at det kan bli mangel på for eksempel magnesium i plantene. Analysene viste også at innholdet av magnesium i komposten var forholdsvis lavt. For å forebygge dette ble det tilført magnesiumsulfat i sesongen 2018. Flis fra bartre inklusiv barnåler kan kanskje bidra til å senke pH-nivået, men da er det fare for at C:N-forholdet blir for høyt slik at N immobiliseres.

Bartre og løvtre har et ganske høyt C:N-forhold på henholdsvis 500 og 300 (Pommeresche et.al., 2011). I plantedyrking bør forholdet mellom C og N ikke være høyere enn 25. Resultatene fra mai 2018 (28) og september 2018 (22 og 19) er ganske bra og nitrogen var sannsynligvis ikke immobilisert i tallen dette året. Planteveksten viste heller ikke tegn på nitrogenmangel med gule blad. Dette kan tyde på at blandingen av løvtre og bartre i flisen som ble brukt til tallen dette året var ganske gunstig eller at komposteringstiden var lang nok. Van der Wurff *et.al.* (2016) hevder at moden kompost bør ha C:N-forhold rundt 12-15. For å oppnå dette bør det sannsynligvis være mest løvtrevirke i flisen i tillegg til at komposteringstiden og -prosessen bør være så optimal som mulig.

Næringsstoffinnholdet i tallen fra drivhusfjøset sammenliknet med kommersielle dyrkingsmedier fremgår av tabell 8. Det er analysen av tallen fra mai 2018 som er valgt, fordi den er mest representativ og viser innholdet av næringsstoffer ved starten av dyrkingssesongen. Änglamark blomjord angir på produktet at de antar næringsstoffene strekker til tre til seks ukers dyrking. Ved måling av densitet fant vi at ca. 0,5 kg talle fra drivhusfjøset var lik en liter. Dette stemmer bra med resultatet fra Eurofins der 465 gram pluss/minus 10 % utgjør en liter. Måleenheten for næringsinnholdet i ferdigproduktene på markedet er oppgitt i mg per liter.

Tabell 8. Næringsstoffinnhold i tallen fra drivhusfjøset sammenliknet med kommersielle dyrkingsmedier og vanlig landbrukskompost i mg per liter og anbefalte verdier i vekstmeidum fra tre ulike land.

	Total Nitrogen mg/l	Fosfor P-AL mg/l	Kalium K-AL mg/l	Magnesium Mg-AL mg/l	Kalsium Ca-AL mg/l
Talle fra flisfjøset*	2600 (13,7 kg/tonn TS)	740 (3,84 kg/tonn TS)	4140 (21,7 kg/tonnTS)	330	2700
Norsk økotorv	150	90	400-500	200	1200-1500
Änglamark blomjord	150	40	200	-	1000
Haslefors ekojord	160	60	410	220	250
Weibull såjord	1100	18	205	165	385
Landbrukskompost**	5-10 kg/tonn TS	0,5-1 kg/tonn TS	3-4 kg/tonn TS	-	-
«Anbefalt» verdi i Tyskland	-	< 1200	<2000	-	-
«Anbefalt» verdi i Østerrike	-	< 800	<1500	-	-
«Anbefalt» verdi i USA	-	800-2500	500-2000	-	-

- Verdien ikke oppgitt

*) Analysen fra mai 2018

**) Ikke oppgitt i mg/l på grunn av ukjent densitet.

Landbrukskompost er definert som samkompostert planteavfall, husdyrgjødsel og strukturmateriale som for eksempel flis (Anon, 2014). Tallen fra drivhusfjøset er ikke kompostert med planteavfall blandet i, men resultatet fra denne viser høyere innhold av nitrogen og fosfor og betydelig høyere innhold av kalium enn i den vanlige landbrukskomposten fra norske landbruk.

Det finnes ikke såkalte «anbefalte verdier» for innholdet av næringsstoffer i dyrkingsmedier, men to land (Tyskland og Østerrike) ut av 10 europeiske land har det som kriterium for god kompostkvalitet. Tallene for innhold av fosfor, P-AL, må for eksempel i Tyskland være mindre enn 1200 mg/L. Tallene fra USA er gjennomsnittlige minimum- og maksimumverdier fra 12 stater i USA (Brinton, 2000).

Nitrogeninnholdet er høyt i tallen fra drivhusfjøset, men det er tall for total innholdet og noe av dette er bundet til organisk materiale. Tallene fra Norsk Økotorv, Änglamark blomjord, Haslefors ekojord og Weibull såjord er også totalt.

Fosforinnholdet av tallen fra drivhusfjøset er høyt i forhold til de Skandinaviske ferdigproduktene, men er nærmere nivået for hva som vurderes som god kvalitet av kompost i andre land.

Trevirke har generelt høyt innhold av kalium og dette kan være årsaken til at kaliuminnholdet er høyere i tallen enn i ferdigproduktene.

Sammenlikner man fosfor- og kaliuminnholdet med Eurofins sin veiledning til jordanalyser, er verdiene for fosfor (160 mg P-AL /100 g talle) og kalium (890 mg K-AL /100 g talle) ekstremt høye siden verdier over henholdsvis 14 og 30 regnes for høye (Anon., 2009). Det samme gjelder magnesiumverdien (70 mg/100g Mg-AL) som regnes for høy, hvis den er over 9 (Anon.,2009).

Mye kalium er viktig for tomatplanter, men må stå i forhold til magnesiumgjødsling slik at kalium ikke utkonkurrerer opptaket av magnesiumioner. Magnesiummålingen var i 2018 høyere i september enn i mai på grunn av tilførsel av magnesiumsulfat i løpet av vekstsesongen. Kaliumgjødsling må også stå i forhold til nitrogengjødsling som er det viktigste plantenæringsstoffet og en flaskehals for de øvrige plantenæringsstoffer. Kaliumgjødsling uten nitrogengjødsling har ingen effekt. Mangel på kalium kan gi brune kanter på de eldste bladene på plantene. Det var antydning til dette på tomatplantene i september 2018, bilde 12. Nitrogenmangel kan gjøre eldre blad gule, og det ble observert antydning til gule blader på noen tomatplanter.



Bilde 12: Antydning til brune kanter på eldre blad kan tyde på kaliummangel. Fiolett farge på fosformangel og gul farge på nitrogenmangel. Foto: Susanne Friis Pedersen.

Ved registrering i september 2018 da tallen virket tørr viste tomatplantene ikke tegn på kalsiummangel som ofte oppstår sammen med dårlig vannforsyning. Symptomet er griffelråte som ses som en svart flekk i bunnen av tomaten.

Det kan overveies om det er bedre å defibrere treet enn å flise det. Defibrering innebærer separasjon av fiber fra treverket som gir en større overflate på treet og dermed flere inngangsveier for mikrobiell aktivitet. Dette foreslås i håndbok for kompostering og kompost til bruk i økologisk

hagebruk (van der Wurff *et.al.*, 2016). Overflaten vil ha mindre skarpe kanter enn flis, hvilket er å foretrekke slik at strøet ikke er årsak til sårdannelse på dyrene. Bilde 13 og 14 viser forskjellen på flishugget og defibrert tre. Defibrering kan skje ved hjelp av damp, kjemiske prosesser eller mekanisk ved bruk av fres (Wikipedia, 2018). Om det finnes fresestål som defibrerer trevirke og er tilpasset dagens flishuggere kjenner vi ikke til.



Bilde 13 og 14: Forskjell på flishugget (til venstre) og defibrert (til høyre) trevirke. Foto: Van der Wurff *et.al.* 2016

Resultatene av sensorisk bedømming i 2018 tyder på at komposten var tørr, men temperaturloggere nede i tallen målte også fukt, og i dybden var fuktigheten nær 100 %. Det er ikke mulig å si hvor dypt temperaturloggerne lå. I løpet av sesongen kom loggerne dypere ned i tallen i forhold til overflaten etterhvert som det ble lagt på mere flis og møkk. Loggerne viser at det har vært plantetilgjengelig vann iallfall et stykke nedi tallen. Spørsmålet er da hvor mye en skal vatne plantene eller hvor mye en skal forvente at planterøttene stimuleres til å søke i dybden etter vann. Plantene som ble dyrket i drivhusfjøsset viste ikke tegn på vannmangel. Vannmangel synes ved at bladene blir slappe.

Fuktigheten i tallen ble målt fra november til mai. Høy fuktighet i denne perioden er ikke bra med tanke på forekomst av E.coli-bakterier. Det er ikke analysert for forekomst av bakterier i dette prosjektet.

Temperaturmålingen fra tallen viste forholdsvis lave temperaturer med høyeste temperatur på 35 °C i kort tid i to av loggerne. Vi hadde forventet at temperaturen hadde økt i løpet av sesongen og minst kommet opp på 40 °C. Selv om temperaturloggerne ikke målte temperaturer slik som forventet for en komposteringsprosess, har tallen blitt godt omdannet. Ved lave temperaturer kan det skje en mikrobiell karbonisering, hvilket er den metoden som Witte (Anon., 2016) beskriver. Mikrobiell karbonisering vil si at karbon bindes til huminstoffer istedenfor til oksygen. Prosessen foregår ved anaerobe forhold ved om lag 40 °C. Bech (2015) mener også at komposteringen i dybden i drivhusfjøs foregår anaerobt som mikrobiell karbonisering. Han anbefaler tilsetning av effektive mikroorganismer, fordi han mener det gir en bedre prosessstyring ved anaerobe forhold.

Temperatur/fuktighets-loggere lå dypere og dypere ettersom tallen vokste. Den høye fuktigheten som ble målt underbygger at det var oksygenfattige (anaerobe) forhold i dybden. Fresingen har blitt gjort i overflaten av tallen, som også underbygger muligheten for anaerobe forhold og omdanning ved hjelp av mikrobiell karbonisering i dypere lag av tallen.

Temperaturmålingen sviktet på ulike tidspunkter og i en logger periodevis. Loggeren i det sørøstlige hjørnet (nr. 5) viste høyest gjennomsnittstemperatur, sannsynligvis på grunn av solens innstråling i denne delen av drivhusfjøsset. Denne loggeren hadde også en temperaturutvikling mer slik vi

forventet med jevn temperaturstigning utover i komposteringsperioden. Den sluttet dessverre å virke 22.februar, og vi vet ikke hvordan temperaturen var etter denne datoen.

Hvis vi kunne målt temperatur i overflaten uten at dette ble forstyrret av fresingen, ville resultatene sannsynligvis vært mer som forventet og gitt et bedre helhetsbilde av prosessen.

Lufttemperaturen ved spiretestene som ble utført i mai 2017 var for lave og derfor ikke gode nok til å trekke konklusjoner om modenhet og spirehemming. Tallens alder har økt betydelig ved spiretesten i 2018 og det gir sammen med mere optimale temperaturforhold et vesentlig bedre utgangspunkt for testen. Begge år viste testen at flest karsefrø spirte i prøvene fra september for begge dybder. Høyest spireprosent var det i prøvene fra september 2017 (88 og 98%). Det kunne forventes at resultatene fra 2018 ville være best fordi alderen på tallen og dermed modenheten var bedre. Resultatet kan muligens forklares med forskjellen i fuktighet i tallen og at det var for tørt i 2018. Selv om frøene i testen fra september 2018 fikk en god start, så hadde mange av spirene veltet og var borte 14 dager etter såing. Det kan skyldes jordbåren sopp som *Pythium* eller *Fusarium*. Sykdommen har ikke noe norsk navn men kalles på engelsk «damping off».

For å få et bilde på rotutviklingen til karseplantene i prøvene fra tallen, kunne spiretesten utvides med å måle rotlengden også.

Fravær av lukt harmonerer med Solvita-testen som viste at det var lite utslipp av ammoniakk.

Omdanningsgraden vurdert ved solding er en praktisk og billig metode. Det kunne være gjort mer omfattende og etter en bransjenorm. Blytt og Åkesson (2016) foreslår en bransjenorm der en bestemmer prosentvis fordeling av partikkelstørrelser som passerer sold med nettingåpninger på henholdsvis 40, 15, 6 og 1 mm. Hvis man betrakter sikting av partikler under 6 og 1 mm som små og partikler over 15 og 40 mm som store, da er vår sold med nettingåpninger på 8 mm bra nok. Hvis man ønsker et mer nyansert bilde som kanskje blir krav i en kommende bransjenorm, er det ikke tilstrekkelig.

I tillegg til solding og sikting kan det manuelt vurderes om trestoffet er mørt ved å trykke det mellom fingrene slik det anbefales i håndbok for kompostering (van der Wurff *et.al.*, 2016). Det er ikke gjennomført i dette forsøket.

Solvita testen supplerer godt de øvrige tester og vurderinger. Den viser at tallekomposten var godt omdannet og fremsto som en moden kompost i 2018 selv om spiretesten resulterte i underkant av 90 % spiring av karsefrøene i begge prøvedybde fra tallen i september.

Komposten (tallen) fra drivhusfjøs med treflis er i andre sammenhenger brukt som jordforbedring, men ikke direkte som vekstmedium (Munk Nielsen, 2010).

Det første året (sesongen 2017) ble det i drivhusfjøsset i Snåsa dyrket flere ulike planter allerede etter 12 ukers komposteringsprosess. Komposteringslengden av trestoff angis til å være minimum 15 uker i en rankekompost som vendes hver 14. dag (Vandecasteele *et.al.* 2016). Denne angivelse er gitt fra et Midteuropeisk klima. Det må forventes lengre tid i Norge. For norske forhold er det ved kompostering av hageavfall antatt en aktiv komposteringslengde på 10 til 20 uker og en modningstid på to år (Blytt og Åkesson,2016).

Den første sesongen med drivhusdyrking kan betraktes som utprøving.

Den andre sesongen (2018) fikk plantene en bedre start fordi komposteringen hadde pågått 34 uker og det var fra starten plastgardiner i gavlene av fjøset for å holde på varmen. Squash og gresskar stortrivdes, bilde 15 og 16, men tomat trivdes ikke så bra. Plantene viste ikke symptomer på næringsmangel i september. Avlingsmengden ble ikke registrert.



Bilde 15 og 16: Squash og gresskar stortrivdes i drivhusfjøset i 2018. Begge foto: Susanne Friis Pedersen.

5 Konklusjon

Det fins mange metoder for kompostering. Det er viktig at utgangsmaterialet passer til metode og bruksområde for den ferdige komposten. Utgangsmaterialet som ble brukt som talle i drivhusfjøset i Snåsa besto av grovflis fra løv- og bartrær fra egen skog og fra området i nærheten, og inngikk som en naturlig del av kretsløpet på stedet.

Dyrene trivdes. De var friske og rene. De får inn mye dagslys og kan bevege seg fritt i fjøset.

Gardbrukerne mener at driften med foring og fresing er i praksis lik eller mindre tidkrevende sammenliknet med andre ammekufjøs som de vet om der dyrene går på talle.

Kvaliteten av komposten (tallen) til plantedyrking (vekstmedium) kan forbedres. Ved å tilføre høvelspon til tallen slik det ble gjort i 2017 økes overflaten, noe som gir bedre tilgang for bakterier til å omdanne tallen. Det samme kan oppnås ved å defibrere tremassen slik at det blir større overflate med positiv effekt for komposterende mikroorganismer. Det kan eventuelt også tilsettes effektive mikroorganismer.

Vår undersøkelse viser at tallen omdannes og blir bedre når komposteringstiden øker. C:N-forholdet fra analysene i 2018 var tilfredsstillende i forhold til plantedyrking og tallen var bedre omdannet enn tallen fra vinteren 2017 som hadde en betraktelig kortere komposteringstid. Næringsstoffinnholdet var høyt for nitrogen, fosfor, kalium, magnesium og kalsium i forhold til ferdigblandede dyrkingsmedier. I følge kompostportalen (www.kompostportalen.no) har kompostprodukter til plantedyrking middels til høyt innhold av næringsstoffer.

Plantedyrking av squash og gresskar har i praksis vist seg å fungere i drivhusfjøset. Disse vekstene er oftest de som anbefales til en uferdig varmeaktiv kompost. Tidspunktet for utplanting og høsting passer bra inn i forhold til tidspunkt for beiteslipp. Det har vært et bra plantevalg. Tomat kunne sannsynligvis fungert bedre ved bevisst å velge tidlig modne sorter.

Problemet med høy pH kan forebygges med tilførsel av bittersalt (magnesiumsulfat) slik det ble gjort i denne undersøkelsen i 2018. Det kan også overveies kun å tilføre gjødselsvoel ettersom det i forveien er mye magnesium i tallen. Det kan også overveies å flise noe mer barnål og kvist for å blande i strøet fra start, men dette kan føre til immobilisering av nitrogen.

De utfordringer som det er med plantedyrking i drivhusfjøset syns overkommelige.

Hvis man bruker tallen som jordforbedringsmiddel er det mindre problematisk enn å bruke den som dyrkingsmedium i drivhusfjøset rett etter at dyrene har blitt sluppet på beite. Tallen vil uten tvil med sitt innhold og sin alder være et bra bidrag til innblanding i jord for frilandsdyrking av mange både ett- og flerårige planter utendørs.

Kvalitetskravene til dyrkingsmedium er ikke eksakt på plass i skrivende stund. Metodene som inngår i denne rapporten for kvalitetsvurdering er et skritt på veien og beskriver vesentlige egenskaper for en god kompost. Det er ønskelig at det kommer en mere systematisk kvalitetsvurdering for kompost som dyrkingsmedium.

Kombinasjonen av fjøs, talle, drivhus og drivhusvekster er innovativt og interessant og kan være en driftsform som kanskje er aktuell for flere gårdbrukere her i landet.

6 Referanser

- Anonym, 2009: Veiledning til jordanalyser. Eurofins. 2 s.
- Anonym, 2014: Kompost i landbruket – verdifull jordforbedring. Faktaark. Avfall Norge og Norsk Landbruksrådgiving utgitt med støtte fra Landbruksdirektoratet. 4 s.
- Anonym, 2016: Kompostering og opbygning af jordens frugtbarhed. Økologisk Landsforening i Danmark. 8 s.
- Bech M., 2015: Opbygning af jordens frugtbarhed med kompost. Økologisk Landsforening. 36 s.
- Berland H., 2009: Brukerveiledning for kompostering av hestegjødsel. IRIS rapport 185, pp. 13.
- Blytt L.D. og R. Åkesson, 2016: Beste praksis for kompostering av hageavfall. Rapport nr. 3. Avfallnorge. 37 s.
- Brinton W. F., 2000: Compost Quality in America. Compost quality, standards & guidelines. Woods End Research Laboratory Inc. Prepared for New York State Association of Recyclers. 42 p.
- Canadian Council of Ministers of the Environment, 1996: Guidelines for compost quality. 11 p.
- Doyle O.P.E., 2017: Suppressive composts in Organic horitculture: fact or fiction? Review – thematic Issue in Eur. J. Hortic. Sci. 82 (6), 263-276. ISHS.
- European Compost Network, 2014: Summary ECN-QAS. European Quality Assurance Scheme for Compost and Digestate. 11 sider. http://www.compostnetwork.info/wordpress/wp-content/uploads/141015_ECN-QAS-Manual_2nd-edition_final_summary.pdf
- Eckelkamp E.A., Taraba J.L., Akers K.A., Harmon R.J. and J.M. Bewley, 2016: Understanding compost bedded pack barns: Interactions among environmental factors, bedding characteristics, and udder health. *Livestock Science* 190 pp. 35-42.
- Faverial J., Boval M., Sierra J. and D. Sauvant, 2016: End-product quality of composts produced under tropical and temperate climates using different raw materials: Ameta-analysis. *Journal of Environmental Management*. 183, p. 909-916. Elsevier.
- Hatleli L., 2012: Kvalitetskompost til bruk i frukt- og bærhagar. Litteraturstudie. Prosjekt «Kvalitetskompost til frukt- og bærhagar». NJØS Næringsutvikling. 15 sider.
- Holen, 2018: Bransjenorm og 3. parts godkjenning biogjødsel og kompost. Rapport nr 01/2018. Avfall Norge. 48 s.
- Janni K. A., Endres M. I., Reneau J. K. and W. W. Schoper, 2007: Compost Dairy Barn Layout And Management Recommendations. *Applied Engineering in Agriculture* vol. 23 (1). American Society of Agricultural and Biological Engineers. pp. 97-102.
- Kapuinien P., 2001: Deep Litter Systems for Beef Cattle housed in Uninsulated Barns, Part 2: Temperatures and Nutrients. *J. agric. Engng. Res.* 80 pp. 87-97.
- Klaas I., 2014: Komposteringsstald – utfordringer og perspektiver. Sundhed og velfærd i komposteringsstald. Tema Stalden. Kvæg Kongres 2014. 2 p.

Kompostportalen, 2018: www.kompostportalen.no Besøkt 12.12. 2018.

Lindgaard Gerstrøm A.D., 2014: Køernes hygiejne i en komposteringsstald i forhold til en sengebåsestald. Speciale i veterinærmedicin ved Københavns Universitet. 58 p.

Lobeck K.M., Endres I., Janni K.A., Godden S.M. and J. Fetrow, 2012: Environmental Characteristics and Bacterial Count in Bedding and Milk Bulk Tank of Low Profile Cross-ventilated, Naturally Ventilated, and Compost Bedded Pack Dairy Barns. *Applied Engineering in Agriculture*. Vol. 28(1) pp 117-128. American Society of Agricultural and Biological Engineers.

Munk Nielsen K., 2010: Wiersma har sluppet sine køer fri. *Økologi og Erhverv* nr. 461 side 12-13.

Måge J., 2017: ECN Country Report 2017 Norway. European Compost Network. 7 p.

Ní Chuláin D., Hynes C., Lombard S., McDaniel N., Carlile B., O'Haire R., and O. Doyle, 2017: Quality control of growing media for retail markets. *Acta Hortic.* 1168. p. 287-293.

Nissen T., 2011: Indretning og økonomi i komposteringsstald. Innlegg ved Økologi kongres 23.-24. november 2011 i Danmark.

Owen W.G., Jackson B.E. and W.C. Fonteno, 2017: Pine wood chip aggregates for greenhouse substrates: effect of age on plant growth. *Acta Hortic* nr. 1168. p.269-276. ISHS.

Picón-Toro J., Morales-Rodríguez M.C., Rodríguez-Molina M.C., Palo Osorio X.C., Palo Nuñez E.J., Duarte Maya M.S. and V. Moreno Cruz, 2012: Variation of Compost Phytotoxicity during a Composting Process. *Acta Hort.* 933, p-285-292. ISHS.

Pommeresche R., McKinnon K. og Ø. Haugerud, 2011: Kompostering. *Bioforsk Tema* vol. 6 nr. 20. 8s.

Raviv M., 2016: Compost as a tool to suppress plant diseases: established and putative mechanisms. *Acta Hortic.* 1146. ISHS 2016. DOI 10.17660/ActaHortic.2016.1146.2. Proc. III.

Røthe G., 2007: Pottetforsøk – flisblandet husdyr gjødsel. Prosjekt Flisunderlag til husdyr. 8 s. Bioforsk Nord Holt.

Shane E. M., Endres M. I., K. A. Janni, 2010: Alternative Bedding Materials for Compost Bedded Pack Barns in Minnesota: A Descriptive Study. *Applied Engineering in Agriculture* vol. 26 (3) pp. 465-473.

Solvita, 2018: <https://solvita.com/compost/> downloaded 11.10.2018.

Stentiford E. and M.A. Sanchez-Monedero, 2016: Past, present and future of composting research. *Acta Hortic.* 1146. ISHS 2016. DOI 10.17660/ActaHortic.2016.1146.1

Vandecasteele B., Boogaerts C. and E. Vandaele, 2016: Combining woody biomass for combustion with green waste composting: Effect of removal of woody biomass on compost quality. *Waste management* 58, p. 169-180. Elsevier.

Vandecasteele B. Boogaerts C. and E. Vandaele, 2017: Balancing green energy and materials recycling: woody biomass for combustion and green waste composting combined with compost for growing media? *Acta Hortic.* Nr. 1168 pp 143-148. ISHS.

Van der Wurff A.W.G., Fuchs J.G., Raviv M., Termorshuizen A.J. (eds.), 2016: Handbook for Composting and Compost Use in Organic Horticulture. BioGreenhouse COST Action FA 1105. ISBN 978-94-6257-749-7. 108 p.

Wikipedia, 2018. Defibrering. <https://sv.wikipedia.org/wiki/Defibrering>

7 Vedlegg 1

Analyserapport

Moss

Stiftelsen Norsk senter for økologisk landbruk
Susanne Friis Pedersen
Gunnars veg 6
6630 Tingvoll



Eurofins Agro Testing Norway AS
Postboks 3033
NO-1506 Moss
+47 09450
www.eurofins.no

Kundenummer	8027832-2107668	Prøvemottak	13.06.2018	Side 1 (1)
Prøvetype	Gjødselprøver	Analysereport klar	07.08.2018	
Oppdragsmarking	Att: Susanne Friis Pedersen			

Lab.nr. JON010263-18
Sted for prøvetaking Kompost Gran
Tatt ut Nordre
Merket

Parameter	Enhet	Måleu.	Ref/Metode basert på	Lab
Total nitrogen	g/100 g TS	1.37	±2% DIN EN 13654	J
NH4-N.	g/100 g TS	0.007	±5% EN ISO 11732	J
NO3-N.	g/100g TS	0.021	±5% EN ISO 10304-1	J
TOC	g/100g TS	37.8	±2% EN 13137	J
C/N		28	Beregning	J
pH		8.8	NS-EN-ISO 13037	J
Tørrestoff	g/100g	41.0	±20% NS-EN 12879	J
Glødetap	g/100g TS	75.8	±20% EN 13039	J
Tetthet	g/l	465	±10% NS-EN 13040	J
P-Olsen	mg/100 g	53.1	Olsen et al. (1)	J
Fosfor, P-total	mg/kg TS	4610	±4% NS-EN-ISO 11885	J
P-AL	mg/100 g	160	SS028310:1993	J
K-AL	mg/100 g	890	±5% SS028310:1993	J
Mg-AL	mg/100 g	70	±5% AL-metode	J
Ca-AL	mg/100 g	580	±5% SS028310:1993	J
Na-AL	mg/100 g	123	±5% SS028310:1993	J

Stiftelsen Norsk senter for økologisk landbruk
Attn: Susanne Pedersen
Gunnars veg 6
6630 Tingvoll

AR-18-NF-011280-01



EUNOMO4-00017447

Analyseperiode: 04.10.2018-30.11.2018
Referanse: Prosjekt 30782

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	542-2018-10040172	Prøvetakingsdato :	September 2018	
Prøvetype:	Kompost	Mottaksdato:	04.10.2018	
Prøvemerkning:	Gran Nordre Snåsa 0-15 cm	Rapporteringsdato:	30.11.2018	
Analyse	Resultat Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Totalt nitrogen	1.28 % TS	0.03		EN 13654-1
a) Ammonium-N (NH4-N)	0.78 mg/kg TS	1		EN ISO 11732 (E23): 2005-05
a) Nitrat-N (NO3-N)	35.60 mg/kg TS	1		NS EN ISO 10304-1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	24.7 % TS	0.01		EN 13137
* C/N forhold	19			Kalkulering
a) pH	8.6			EN 13037
a) Tørrestoff	30.3 %	0.1		EN 13040: 2008-01
a) Glødetap	66.7 %	0.01		EN 13039
a) Kompaktert densitet	600 g/l	10		EN 13040: 2008-01
a)* P-AL	110 mg/100g lufttørket	0.1	5%	SS 028310 + T1
a)* P-Olsen	>25 mg/100 g TS	0.4		Spektroskopi (FIA)
a) Totalt fosfor (P)	3800 mg/kg TS	50		EN 13650 / EN 11885 / acc. Meth.buch BGK eV
a)* K-AL	950 mg/100g lufttørket	0.1	6%	SS 028310 + T1
a)* Mg-AL	120 mg/100g lufttørket	0.1	5%	SS 028310 + T1
a)* Ca-AL	570 mg/100g lufttørket	0.1	5%	SS 028310 + T1
a)* Na-AL	110 mg/100g lufttørket			SS 028310 + T1

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	542-2018-10040173	Prøvetakingsdato :	September 2018	
Prøvetype:	Kompost	Mottaksdato:	04.10.2018	
Prøvemerkning:	Gran Nordre Snåsa 15-30 cm	Rapporteringsdato:	30.11.2018	
Analyse	Resultat Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Totalt nitrogen	1.18 % TS	0.03		EN 13654-1
a) Ammonium-N (NH4-N)	1.34 mg/kg TS	1		EN ISO 11732 (E23): 2005-05
a) Nitrat-N (NO3-N)	< 1.0 mg/kg TS	1		NS EN ISO 10304-1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	25.6 % TS	0.01		EN 13137
* C/N forhold	22			Kalkulering
a) pH	8.6			EN 13037
a) Tørrestoff	30.8 %	0.1		EN 13040: 2008-01
a) Glødetap	71.3 %	0.01		EN 13039
a) Kompaktert densitet	610 g/l	10		EN 13040: 2008-01
a)* P-AL	110 mg/100g lufttørket	0.1	5%	SS 028310 + T1
a)* P-Olsen	>25 mg/100 g TS	0.4		Spektroskopi (FIA)
a) Totalt fosfor (P)	3600 mg/kg TS	50		EN 13650 / EN 11885 / acc. Meth.buch BGK eV
a)* K-AL	1000 mg/100g lufttørket	0.1	6%	SS 028310 + T1
a)* Mg-AL	110 mg/100g lufttørket	0.1	5%	SS 028310 + T1
a)* Ca-AL	560 mg/100g lufttørket	0.1	5%	SS 028310 + T1
a)* Na-AL	110 mg/100g lufttørket			SS 028310 + T1

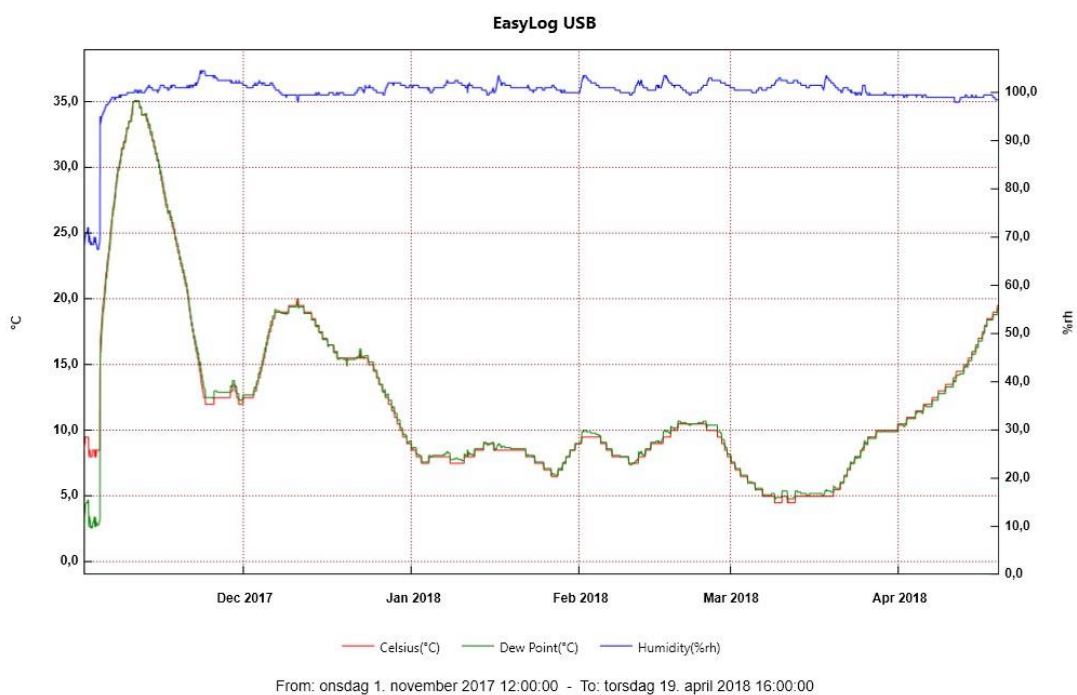
8 Vedlegg 2

Temperaturloggere.

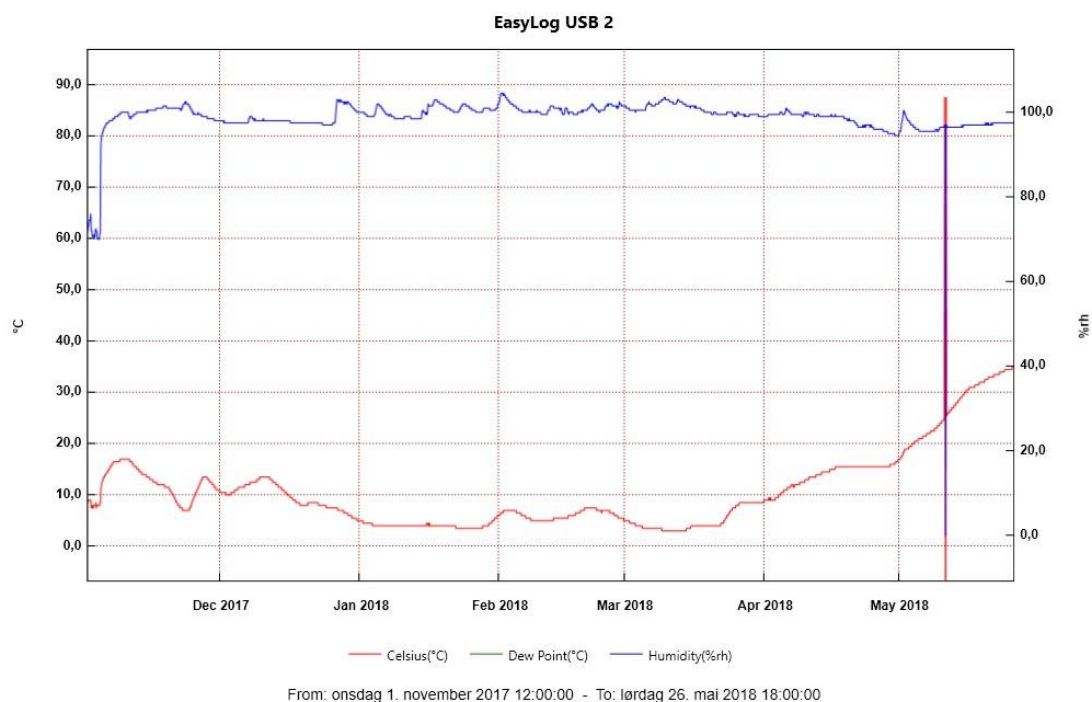
Data i den røde kurve viser temperatur målt hver time fra 1. november frem til ulike tidspunkter på våren.

Data i den blå kurve viser fuktighet.

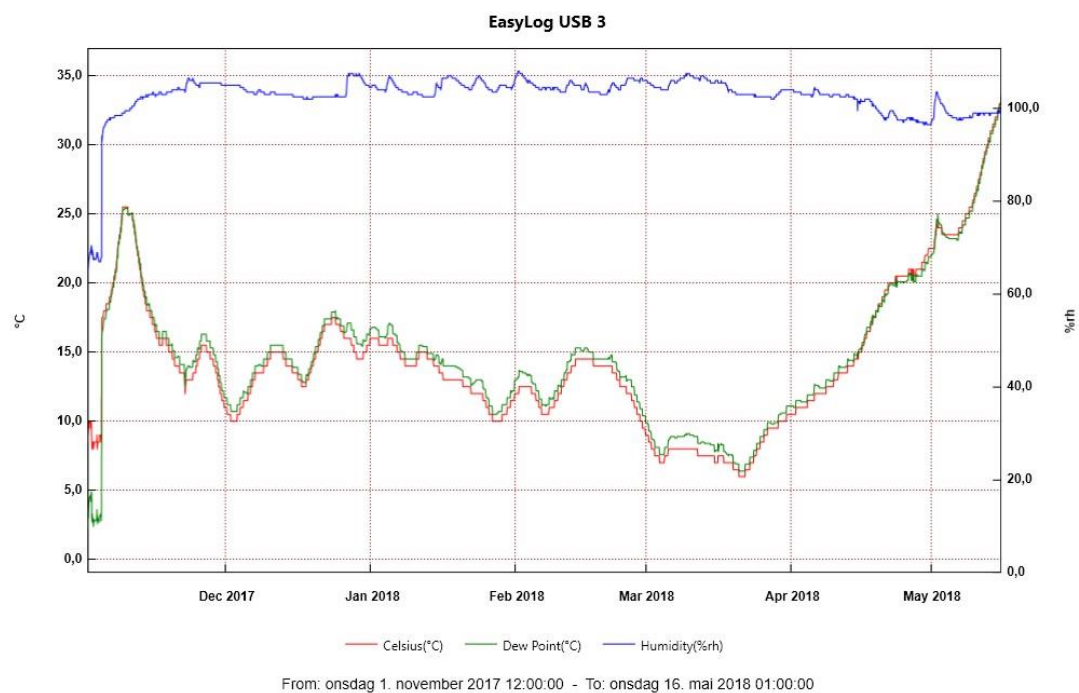
Logger nr. 1 i nordvestlige hjørne



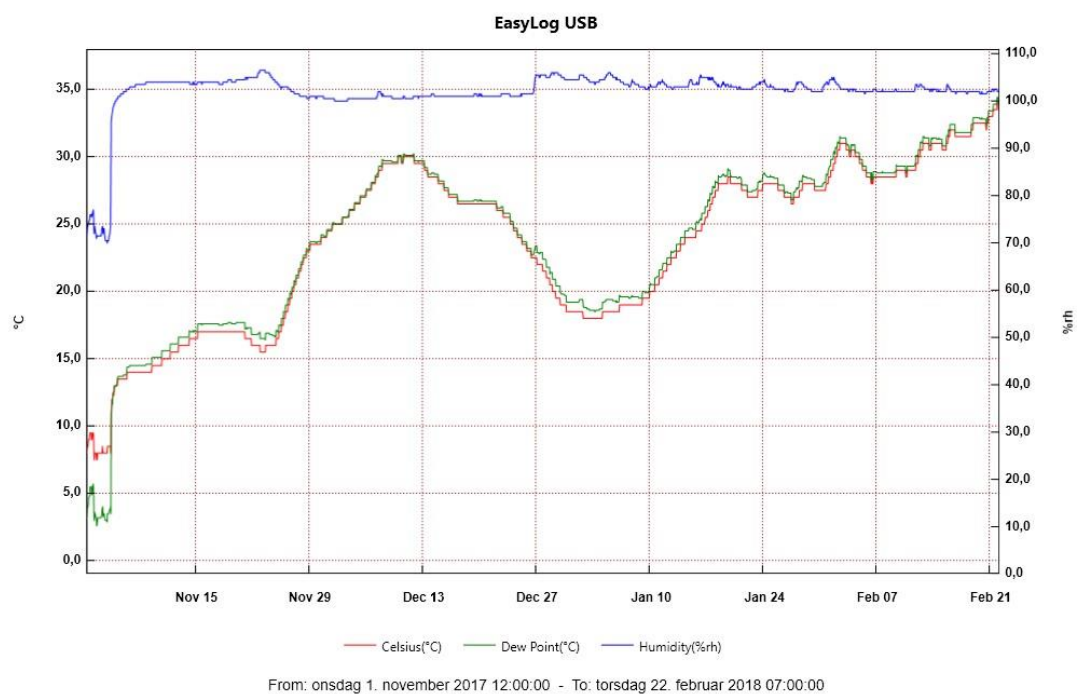
Logger nr. 2 i nordøstlige hjørne



Logger nr.3 i sentrum av drivhusfjølset



Logger nr. 5 i sørøstlige hjørne



9 Vedlegg 3

Bilder fra spiretest

Alle foto i vedlegget: Susanne Friis Pedersen

Bilder fra spiretest mai 2017:

Bilder fra dag 2 viser tegn på at frøene svulmer.



Bilder fra dag 4 viser at 1-8 frø i hver bakke har spirt og to frøblad er synlige.



Bilder fra dag 7 viser at frøblad er utviklet.



Bilder fra dag 14 viser at plantene strekkes og utvikles fint.



Bilder fra spiretest september 2017:

Bilder fra dag 2 viser at frøene svulmer



Bilder fra dag 7 viser frøene er i vekst



Bilder fra dag 14 viser at plantene vokser tett i kurvene.



Bilder fra spiretest i mai 2018:

Bilder fra dag 2 viser tegn på at frøene svulmer, mest i tallekomposten fra sjiktet 15-30 cm.



Bilder fra dag 4 viser best spiring i sjiktet 15-30 cm hvor to frøblad er synlige.



Bilder fra dag 7 viser fortsatt best spiring i det dypeste sjiktet.



Bilder fra dag 14 viser at frøene i sjiktet 15-30 cm har utviklet opp til fem blad.



Bilder fra spiretest i september 2018:

Bilder fra dag 2 viser at frøene svulmer.



Bilder fra dag 7 Spirene begynner å bli lange.



Bilder fra dag 14 Mange av spirene er blitt så lange at de legger seg ned.





Norsk senter for økologisk landbruk, NORSØK er ei privat, sjølvstendig stifting.

Stiftinga er eit nasjonalt senter for tverrfagleg forskning og kunnskapsformidling for å utvikle økologisk landbruk. NORSØK skal bidra med kunnskap for eit meir berekraftig landbruk og samfunn. Fagområda er økologisk landbruk og matproduksjon, miljø og fornybar energi.

**Norsk senter for økologisk landbruk, NORSØK / Gunnars veg 6 / NO-6630 TINGVOLL/
Telefon: +47 930 09 884 / E-post: post@norsok.no / www.norsok.no**